MCQ ৫০ নম্বর

১. গ. 4

ব্যাখ্যা: rate $\propto [X]^2$। $[X]$ দ্বিগুণ করলে rate = $k(2[X])^2 = 4k[X]^2$, অর্থাৎ হার 4 গুণ হবে।

২. ক. কম হবে **(will be less)**

ব্যাখ্যা: আরহেনিয়াস সমীকরণ $k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}$ অনুযায়ী E_a বাড়লে $e^{-\frac{E_a}{RT}}$ এর মান কমে, ফলে k ও বিক্রিয়ার গতি কমে যায়।

৩. গ. সক্রিয়ণ শক্তি বৃদ্ধি **(Increase in activation energy)**

ব্যাখ্যা: সক্রিয়ণ শক্তি বাড়লে কম অণু সেই বাধা অতিক্রম করতে পারে, ফলে বিক্রিয়ার বেগ হ্রাস পায়; বাকি বিকল্পগুলো সাধারণত বেগ বৃদ্ধি করে।

৪. গ. দ্বিগুণ হয়ে যাবে **(will become double)**

ব্যাখ্যা: শূন্য ক্রম বিক্রিয়ায় সম্পূর্ণ শেষ হবার সময় $t = \frac{[A]_0}{k}$, যা $[A]_0$ এর সমানুপাতিক। তাই $[A]_0$ দ্বিগুণ করলে সময়ও দ্বিগুণ হবে।

৫. ক. 50

ব্যাখ্যা: শূন্য ক্রম বিক্রিয়ায় $k = \frac{\Delta[A]}{\Delta t}$ ধ্রুবক। প্রথম ধাপ থেকে $k = \frac{0.2-0.1}{100} = 0.001$ M/min। দ্বিতীয় ধাপে $\Delta[A] = 0.05$ M, তাই $t = \frac{0.05}{0.001} = 50$ মিনিট।

৬. ক. **A**

ব্যাখ্যা: A একাই B এর সাথে বিক্রিয়া করে C দেয়, আর D একা B এর সাথে বিক্রিয়া করে না। কিন্তু A উপস্থিত থাকলে D-ও B এর সাথে বিক্রিয়া করে E উৎপন্ন করে — অর্থাৎ A নিজে বিক্রিয়কের ভূমিকায় থেকেও D-এর বিক্রিয়াকে ঘটিয়ে দেয়। তাই A-কে আবিষ্ট প্রভাবক (inducer) বলা হয়।

৭. গ. Mn^{2+}

ব্যাখ্যা: বিক্রিয়ায় উৎপন্ন Mn^{2+} আয়ন পরবর্তী বিক্রিয়াকে ত্বরান্বিত করে, তাই এটি এই বিক্রিয়ার স্ব-প্রভাবক (autocatalyst)।

৮. খ. $\ln[A]$ **vs. Time**

ব্যাখ্যা: প্রথম ক্রম বিক্রিয়ার সমাকলিত সমীকরণ $\ln[A] = \ln[A]_0 - kt$, যা $\ln[A]$ বনাম t লেখচিত্রে সরলরেখা দেয়।

৯. খ. ধীরতম ধাপ **(rate determining step) (the slowest step)**

ব্যাখ্যা: একটি শৃঙ্খলের মতো, বহু-ধাপ বিক্রিয়ায় সবচেয়ে ধীর ধাপ (rate determining step) সামগ্রিক বিক্রিয়ার হার নিয়ন্ত্রণ করে।

১০. ঘ. **1 min 40.00 sec (or 100 sec)**

ব্যাখ্যা: প্রথম ক্রম বিক্রিয়ায় 75% সম্পন্ন হতে ঠিক ২টি অর্ধায়ু (half-life) সময় লাগে (100% → 50% → 25%)। তাই $t = 2 \times 50 = 100$ s = 1 min 40 sec।

১১. ক. 2.89×10^4 **s**

ব্যাখ্যা: সমান ঘনমাত্রার দ্বিতীয় ক্রম বিক্রিয়ায় $kt = \frac{x}{a(a-x)}$। $a = 0.05, x = 0.9 \times 0.05 = 0.045, a - x = 0.005$। $kt = \frac{0.045}{0.05 \times 0.005} = 180, t = \frac{180}{6.21 \times 10^{-3}} \approx 2.90 \times 10^4$ s।

১২. ক. **ii, iii**

ব্যাখ্যা: বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী, তাই তাপমাত্রা বাড়ালে (i) সাম্য বিপরীতে সরে উৎপাদ কমবে — এটি ভুল। চাপ বাড়ালে (ii, মোল সংখ্যা 4 → 2) এবং AB_3 অপসারণ করলে (iii) — উভয় ক্ষেত্রেই সাম্য সম্মুখে সরে উৎপাদ বাড়বে। তাই সঠিক উত্তর ii, iii।

১৩. ক. দ্বিমুখী প্রভাবক **(bifunctional catalyst)**

ব্যাখ্যা: Pt-অ্যালুমিনায় Pt ধাতব সক্রিয়তা এবং অ্যালুমিনা অম্লীয় সক্রিয়তা প্রদর্শন করে — দুই ধরনের ক্রিয়া একসাথে থাকায় একে দ্বিমুখী প্রভাবক বলা হয়।

১৪. খ. $K_p = K_c(RT)^2$

ব্যাখ্যা: এখানে $\Delta n = 2$ (কঠিন থেকে ২ মোল গ্যাস উৎপন্ন হয়)। সম্পর্ক $K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = K_c(RT)^2$।

১৫. খ. দ্বিতীয় ক্রম বিক্রিয়া, যেখানে একটি বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা প্রায় অপরিবর্তিত থাকায় তা প্রথম ক্রমের মতো আচরণ করে **(a second-order reaction that behaves like a first-order one because one reactant's concentration remains nearly unchanged)**

ব্যাখ্যা: যখন একটি বিক্রিয়ক (সাধারণত পানি, প্রচুর আধিক্যে থাকায়) এর ঘনমাত্রা কার্যত অপরিবর্তিত থাকে, তখন প্রকৃতপক্ষে দ্বিতীয় ক্রম বিক্রিয়া প্রথম ক্রমের মতো আচরণ করে — একে সিউডো প্রথম ক্রম বলে।

১৬. খ. $L^2\ mol^{-2}\ s^{-1}$

ব্যাখ্যা: n-তম ক্রমে k এর একক $(mol/L)^{(1-n)}\ s^{-1}$। $n = 3$ হলে একক $= (mol/L)^{-2}\ s^{-1} = L^2\ mol^{-2}\ s^{-1}$।

১৭. ক. অসমগোত্রীয় প্রভাবক বিক্রিয়ক থেকে ভিন্ন দশায় থাকে, সমগোত্রীয় প্রভাবক একই দশায় থাকে **(a heterogeneous catalyst is in a different phase from the reactants, a homogeneous catalyst is in the same phase)**

ব্যাখ্যা: সমগোত্রীয় প্রভাবক বিক্রিয়ক মিশ্রণের সাথে একই দশায় থাকে, আর অসমগোত্রীয় প্রভাবক ভিন্ন দশায় (সাধারণত কঠিন) থাকে।

১৮. ক. **i, ii**

ব্যাখ্যা: সংঘর্ষ তত্ত্ব অনুযায়ী কার্যকর বিক্রিয়ার জন্য পর্যাপ্ত সক্রিয়ণ শক্তি (i) ও সঠিক অভিমুখিতা (ii) — উভয়ই প্রয়োজন; সংঘর্ষের সংখ্যা সাধারণত পর্যাপ্তই থাকে (iii ভুল)।

১৯. ক. বিক্রিয়ক ঘনমাত্রা সময়ের সাথে হ্রাস পায় বলে হারের মান ধনাত্মক রাখতে **(to keep the rate value positive since reactant concentration decreases with time)**

ব্যাখ্যা: বিক্রিয়ক ঘনমাত্রা সময়ের সাথে কমতে থাকায় Δ[বিক্রিয়ক] স্বাভাবিকভাবে ঋণাত্মক হয়; হারের মান ধনাত্মক রাখতে সামনে ঋণাত্মক চিহ্ন বসানো হয়।

২০. ঘ. **0.25 M**

ব্যাখ্যা: $\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + kt = \frac{1}{0.5} + 0.2 \times 10 = 2 + 2 = 4$। $[A] = \frac{1}{4} = 0.25$ M।

২১. ক. $E_{a,f} > E_{a,b}$

ব্যাখ্যা: তাপহারী বিক্রিয়ায় উৎপাদের শক্তিস্তর বিক্রিয়কের চেয়ে বেশি, ফলে $E_{a,f} = E_{a,b} + \Delta H$, তাই $E_{a,f} > E_{a,b}$।

২২. খ. সংঘর্ষের কম্পাঙ্ক ও অণুর সঠিক অভিমুখিতা **(frequency factor)** এর সাথে **(with collision frequency and correct molecular orientation)**

ব্যাখ্যা: A কে ফ্রিকোয়েন্সি ফ্যাক্টর বা প্রাক-সূচকীয় গুণক বলে, যা সংঘর্ষের কম্পাঙ্ক এবং অণুর সঠিক অভিমুখিতার সাথে সম্পর্কিত।

২৩. ক. $\ln\left(\frac{k_{cat}}{k_{uncat}}\right) = \frac{60000-40000}{RT}$

ব্যাখ্যা: আরহেনিয়াস সমীকরণ থেকে $\ln\left(\frac{k_{cat}}{k_{uncat}}\right) = \frac{E_{a,uncat}-E_{a,cat}}{RT} = \frac{60000-40000}{RT}$।

২৪. গ. সম্মুখ ও বিপরীত উভয় বিক্রিয়ার হার সমান হারে বৃদ্ধি পায়, সাম্যাবস্থার অবস্থান অপরিবর্তিত থাকে, শুধু দ্রুত পৌঁছায় **(both forward and reverse rates increase equally, equilibrium position unchanged, only reached faster)**

ব্যাখ্যা: প্রভাবক সম্মুখ ও বিপরীত উভয় বিক্রিয়ার সক্রিয়ণ শক্তি সমানভাবে কমায়, ফলে সাম্যাবস্থার অবস্থান বা K_c অপরিবর্তিত থেকে শুধু দ্রুত সাম্যে পৌঁছায়।

২৫. ক. এটি নিজে প্রভাবক নয়, কিন্তু মূল প্রভাবকের কার্যকারিতা বৃদ্ধি করে **(it is not itself a catalyst, but increases the effectiveness of the main catalyst)**

ব্যাখ্যা: প্রোমোটার নিজে প্রভাবক না হয়েও মূল প্রভাবকের কার্যকারিতা বৃদ্ধি করে।

২৬. খ. বিক্রিয়ার হার শুরুতে ধীর থাকে, উৎপাদ সৃষ্টি হওয়ার সাথে সাথে বৃদ্ধি পায়, পরে বিক্রিয়ক নিঃশেষ হওয়ায় কমে যায় **(the rate is slow at first, increases as product forms, then decreases as reactant is exhausted)**

ব্যাখ্যা: স্ব-প্রভাবক বিক্রিয়ায় প্রথমে উৎপাদ (যা নিজেই প্রভাবক) কম থাকায় হার কম থাকে, উৎপাদ জমা হবার সাথে সাথে হার বাড়ে, পরে বিক্রিয়ক নিঃশেষ হয়ে হার কমে যায়।

২৭. ক. আকৃতি-নির্বাচী **(shape selective)** অসমগোত্রীয় প্রভাবক হিসেবে **(as a shape-selective heterogeneous catalyst)**

ব্যাখ্যা: জিওলাইটের সুনির্দিষ্ট ছিদ্র গঠনের কারণে এটি আকৃতি-নির্বাচী অসমগোত্রীয় প্রভাবক (যেমন পেট্রোরসায়ন শিল্পে) হিসেবে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।

২৮. খ. **% yield** প্রকৃত ও তাত্ত্বিক ফলনের অনুপাত নির্দেশ করে, আর এটম ইকোনমি বিক্রিয়ার পারমাণবিক দক্ষতা (কী পরিমাণ ভর বর্জ্য হচ্ছে) নির্দেশ করে **(% yield shows the ratio of actual to theoretical yield, atom economy shows the atomic efficiency/mass wasted)**

ব্যাখ্যা: % yield বলে কতটুকু কাঙ্ক্ষিত উৎপাদ প্রকৃতপক্ষে পাওয়া গেছে (তাত্ত্বিক তুলনায়), আর এটম ইকোনমি বলে বিক্রিয়ক পরমাণুর কত শতাংশ কাঙ্ক্ষিত উৎপাদে রূপান্তরিত হচ্ছে (কতটা বর্জ্য হচ্ছে) — দুটি স্বতন্ত্র ধারণা।

ক. **Aldol** বিক্রিয়ায় ভারী উপজাত (যেমন **triphenylphosphine oxide** জাতীয়) উৎপন্ন হয় না **(no heavy by-product such as triphenylphosphine oxide is formed in the**
২৯. Aldol reaction)

ব্যাখ্যা: Wittig বিক্রিয়ায় ভারী উপজাত ট্রাইফেনিলফসফিন অক্সাইড উৎপন্ন হয়ে আণবিক ভরের বড় অংশ অপচয় হয়, যা Aldol বিক্রিয়ায় ঘটে না — ফলে Aldol এর এটম ইকোনমি বেশি।

গ. সময় নিরপেক্ষভাবে ধ্রুবক থাকে **(remains**
৩০. constant, independent of time)

ব্যাখ্যা: শূন্য ক্রম বিক্রিয়ায় $\text{rate} = k$ (ঘনমাত্রা নিরপেক্ষ), তাই সময়ের সাথে হার সবসময় ধ্রুবক থাকে।

ক. এতে সকল বিক্রিয়ক পরমাণু একটিমাত্র উৎপাদে অন্তর্ভুক্ত হয়ে প্রায় **100%** এটম ইকোনমি পাওয়া যায় **(all reactant atoms are incorporated into a single product, giving nearly 100% atom**
৩১. economy)

ব্যাখ্যা: Diels-Alder একটি সংযোজন বিক্রিয়া যেখানে ডাইইন ও ডাইনোফাইলের সকল পরমাণু একটিমাত্র চাক্রিক উৎপাদে যুক্ত হয়, কোনো উপজাত না থাকায় এটম ইকোনমি প্রায় 100%।

খ. পথ **Y,** কারণ এতে কাঁচামালের অপচয় ও বর্জ্য উৎপাদন কম হয় **(Route Y, because it results**
৩২. in less raw material waste)

ব্যাখ্যা: উচ্চতর এটম ইকোনমি (85%) মানে কাঁচামালের অপচয় ও বর্জ্য উৎপাদন কম, যা টেকসই শিল্পোৎপাদনের জন্য বেশি গ্রহণযোগ্য — তাই পথ Y উত্তম।

৩৩. খ. দ্বিগুণ হবে **(will become double)**

ব্যাখ্যা: $t_{1/2} = \frac{1}{k[A]_0}$, অর্থাৎ $[A]_0$ এর ব্যস্তানুপাতিক। $[A]_0$ অর্ধেক করলে $t_{1/2}$ দ্বিগুণ হবে।

৩৪. ঘ. **400 s**

ব্যাখ্যা: $t_{1/2} \propto \frac{1}{[A]_0}$। $[A]_0$, 1M থেকে 0.25M ($\frac{1}{4}$ ভাগ) হলে $t_{1/2}$ চারগুণ হবে: $100 \times 4 = 400$ s।

৩৫. খ. 50%

ব্যাখ্যা: এটম ইকোনমি $= \frac{44}{88} \times 100\% = 50\%$।

৩৬. খ. $\frac{3}{2}$

ব্যাখ্যা: সাধারণভাবে $t_{1/2} \propto [A]_0^{1-n}$। $t_{1/2} \propto [A]_0^{-\frac{1}{2}}$ হলে $1 - n = -\frac{1}{2}$, অর্থাৎ $n = \frac{3}{2}$।

৩৭. ক. $kt = \frac{1}{a-x} - \frac{1}{a}$

ব্যাখ্যা: সমান প্রারম্ভিক ঘনমাত্রার দ্বিতীয় ক্রম বিক্রিয়ার সমাকলিত সমীকরণ: $kt = \frac{x}{a(a-x)} = \frac{1}{a-x} - \frac{1}{a}$।

৩৮. খ. 1

ব্যাখ্যা: $\log(\text{rate}) = \log k + n \log[A]$ সম্পর্কে ঢাল $= n$। ঢাল 1 হলে ক্রম $n = 1$।

৩৯. খ. 2

ব্যাখ্যা: একক $\text{mol}^{-1}\ \text{L}\ \text{s}^{-1} = \text{L}\ \text{mol}^{-1}\ \text{s}^{-1}$, যা দ্বিতীয় ক্রম বিক্রিয়ার হার ধ্রুবকের একক ($n = 2$ এ একক $(\text{mol/L})^{-1}\text{s}^{-1}$)।

খ. আলোক রাসায়নিক বিক্রিয়া **(photochemical reaction),** যেমন সূর্যালোকে $H_2 + Cl_2$ বিক্রিয়া **(photochemical reaction, such as** $H_2 + Cl_2$
৪০. in sunlight)

ব্যাখ্যা: আলোক রাসায়নিক বিক্রিয়ায় হার আলোর তীব্রতার উপর নির্ভর করে, ঘনমাত্রার উপর নয় — তাই এটি শূন্য ক্রমের একটি সাধারণ বাস্তব উদাহরণ, যেখানে $[A]$ বনাম t লেখচিত্র থেকে সরাসরি k পাওয়া যায়।

খ. সাম্যাবস্থার কোনো পরিবর্তন হবে না, কারণ প্রতিটি উপাদানের আংশিক চাপ ও ঘনমাত্রা অপরিবর্তিত থাকে **(no change in equilibrium, because partial pressure and concentration of each**
৪১. component remain unchanged)

ব্যাখ্যা: স্থির আয়তনে নিষ্ক্রিয় গ্যাস যোগ করলে মোট চাপ বাড়লেও প্রতিটি বিক্রিয়ক/উৎপাদের আংশিক চাপ ও ঘনমাত্রা অপরিবর্তিত থাকে, তাই সাম্যাবস্থার কোনো পরিবর্তন হয় না।

৪২. খ. $K_p = K_c(RT)^{-1}$

ব্যাখ্যা: এখানে $\Delta n = 2 - 3 = -1$। $K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = K_c(RT)^{-1}$।

৪৩. গ. K_c^2

ব্যাখ্যা: সমীকরণের সহগ n গুণ করলে নতুন সাম্যধ্রুবক $= (\text{মূল } K_c)^n$। সহগ দ্বিগুণ করলে নতুন $K_c = K_c^2$।

খ. সাম্য বামদিকে সরবে, PCl_5 এর বিয়োজন হ্রাস পাবে **(equilibrium shifts left, dissociation of**
৪৪. PCl_5 **decreases)**

ব্যাখ্যা: এই বিক্রিয়ায় গ্যাসের মোল সংখ্যা বাড়ে ($1 \rightarrow 2$)। চাপ বাড়ালে সাম্য কম মোলের দিকে (বামদিকে, PCl_5) সরে যায়, ফলে বিয়োজন হ্রাস পায়।

ক. সাম্যে পৌঁছানোর সময় হ্রাস পায়, কিন্তু K_c অপরিবর্তিত থাকে **(time to reach equilibrium**
৪৫. decreases, but K_c remains unchanged)

ব্যাখ্যা: প্রভাবক সম্মুখ ও বিপরীত উভয় বিক্রিয়ার হার সমানভাবে বাড়ায়, ফলে সাম্যে পৌঁছানোর সময় কমে যায়, কিন্তু সাম্যধ্রুবক K_c এর মান অপরিবর্তিত থাকে।

৪৬. খ. $\frac{1}{[A]_0}$

ব্যাখ্যা: $n = 2$ হলে $t_{1/2} \propto [A]_0^{1-2} = [A]_0^{-1} = \frac{1}{[A]_0}$।

গ. **Temperature** বৃদ্ধিতে **rate** বেড়েছে **(rate**
৪৭. increased with an increase in temperature)

ব্যাখ্যা: প্রদত্ত তথ্য থেকে শুধু এটুকুই নিশ্চিতভাবে বলা যায় যে, $T \uparrow \Rightarrow \text{Rate} \uparrow$। কিন্তু rate ও temperature-এর সম্পর্ক যে linear তা নিশ্চিত নয় — বাস্তবে Arrhenius সমীকরণ অনুযায়ী তা exponential, তাই (a) ও (b) ভুল সিদ্ধান্ত।

খ. 2.303 **factor-**এর জন্য ভুল **(is wrong**
৪৮. because of the 2.303 **factor)**

ব্যাখ্যা: $\log k$ বনাম $\frac{1}{T}$ গ্রাফের ক্ষেত্রে slope $= -\frac{E_a}{2.303R}$, কিন্তু $\ln k$ বনাম $\frac{1}{T}$ গ্রাফের ক্ষেত্রে slope $= -\frac{E_a}{R}$। log ও ln গুলিয়ে ফেলে 2.303 factor বাদ দেওয়াই এই প্রশ্নের মূল ফাঁদ।

গ. একাধিক **phase** উপস্থিত **(multiple phases**
৪৯. are present)

ব্যাখ্যা: Heterogeneous equilibrium-এ বিক্রিয়ক ও উৎপাদসমূহ একাধিক দশায় (phase) থাকে। এখানে $CaCO_3$ ও CaO কঠিন দশায় এবং CO_2 গ্যাসীয় দশায় থাকায় একাধিক phase বিদ্যমান, যা একে heterogeneous করে তোলে — coefficient বা molecule সংখ্যার সাথে এর সম্পর্ক নেই।

৫০. গ. 10.0

ব্যাখ্যা: $\ln\left(\frac{k_2}{k_1}\right) = \left(\frac{E_a}{R}\right) \times \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right) = \left(\frac{50000}{8.314}\right) \times \left(\frac{1}{300} - \frac{1}{600}\right) \approx 6014 \times \left(\frac{1}{600}\right) \approx 10.0$। temperature দ্বিগুণ করলে k-ও সরাসরি দ্বিগুণ হবে ভাবাই এই প্রশ্নের ফাঁদ — সম্পর্কটি exponential, তাই বাস্তবে k বহুগুণ বেড়ে যায়।